

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特關2002-216683

(P2002-216683A)

(43)公開日 平成14年8月2日(2002.8.2)

(51) Int.Cl.  
H 01 J 35/10

### 識別記号

**F I**  
**H 0 1 J 35/10**

**F 1 6 C 37/00**  
**G 2 1 K 5/02**

テ-マコ-ト<sup>°</sup>(参考)  
3 J 0 1 7  
4 C 0 9 2

審査請求 未請求 請求項の数 8 Q.L. (全 7 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2001-12698(P2001-12698)

(71)出願人 000003078  
株式会社東芝  
東京都港区港南一丁目1番1号

(22)出願日 平成13年1月22日(2001.1.22)

(72)発明者 斎藤 晋  
栃木県大田原市下石上字東山1385番の1  
株式会社東芝電機電子機器部

(74)代理人 100081732

并理士 太湖 典夫 (外2名)

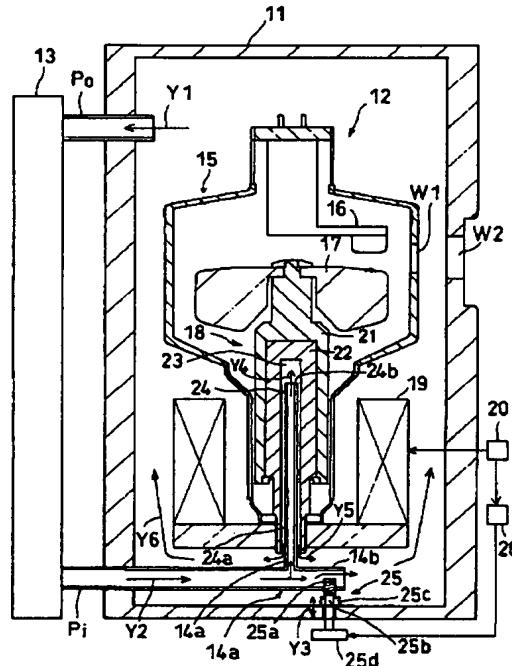
31017 EA02 FA01 GA01

(54) 【発明の名称】 回転陽極型X線管装置

(57) 【要約】

【課題】ハウジング内を流れる冷却媒体の流量を低下させることなく、軸受部分の発熱を効率よく冷却できる回転陽極型X線管装置を提供すること。

【解決手段】ハウジング11と、ハウジング11内に収納された回転陽極型X線管12と、ハウジング11内の冷却媒体を冷却するクーラ装置13とを具備した回転陽極型X線管装置において、陽極ターゲット17を支持する回転機構18の固定体22に冷却媒体が通る冷却用空間23を設け、かつ、クーラ装置13から導入する冷媒媒体の流れを複数方向に分岐し、分岐したその1つの流れを固定体22の冷却用空間23に導く分岐部14を設けている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 真空外囲器内に、陽極ターゲットが連結された回転体およびこの回転体との間に動圧式すべり軸受が設けられ、冷却媒体が通る冷却用空間が内部に形成された固定体を有する回転機構を収納した回転陽極型X線管と、この回転陽極型X線管を収納し内部に冷却媒体が満たされたハウジングと、このハウジングから送り出される前記冷却媒体を冷却するクーラ装置と、冷却した前記冷却媒体を前記クーラ装置から前記ハウジングに送り込む冷媒通路とを具備した回転陽極型X線管装置において、前記冷媒通路を通して前記クーラ装置から送り込まれる前記冷却媒体の流れを複数方向の流れに分岐し、かつ、分岐した1つの流れを前記固定体内の前記冷却用空間に導く分岐部を設けたことを特徴とする回転陽極型X線管装置。

【請求項2】 分岐部で分岐された他の1つの流れがハウジング内の空間に直接導かれる請求項1記載の回転陽極型X線管装置。

【請求項3】 分岐部で分岐された少なくとも1つの冷却媒体が流れる通路に、前記冷却媒体の流量を調整する流量調整機構が設けられている請求項1または請求項2記載の回転陽極型X線管装置。

【請求項4】 陽極ターゲットの回転数を検出する検出装置を設け、検出された前記回転数に対応して流量調整機構を制御する請求項3記載の回転陽極型X線管装置。

【請求項5】 固定体内の冷却用空間に面する前記固定体内壁の少なくとも一部にらせん状の溝が形成されている請求項1ないし請求項4のいずれか1つに記載の回転陽極型X線管装置。

【請求項6】 固定体内の冷却用空間に面する前記固定体内壁の少なくとも一部に金または金合金の被覆層が形成されている請求項1ないし請求項4のいずれか1つに記載の回転陽極型X線管装置。

【請求項7】 固定体内の冷却用空間の中に冷却媒体を通るパイプが配置され、前記冷却用空間に面する前記固定体内壁のうち、前記パイプの陽極ターゲット側に位置する端部開口と対向する少なくともその底面部分に金または金合金の被覆層が形成されている請求項1ないし請求項4のいずれか1つに記載の回転陽極型X線管装置。

【請求項8】 流量調整機構の一部がハウジングの外に位置する請求項4または請求項5記載の回転陽極型X線管装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、ハウジング内に収納された回転陽極型X線管の冷却効率を向上させた回転陽極型X線管装置に関する。

【0002】

【従来の技術】回転陽極型X線管装置は、X線を放出する回転陽極型X線管を組み込んだ装置で、回転陽極型X

線管は、電子ビームを発生する陰極およびX線を放出する陽極ターゲット、陽極ターゲットを回転可能に支持する回転機構、これらを収納する真空外囲器などから構成されている。

【0003】ここで、従来の回転陽極型X線管装置について図4を参照して説明する。符号41はハウジングで、ハウジング41内に回転陽極型X線管42が収納されている。ハウジング41と回転陽極型X線管42の隙間は、回転陽極型X線管42が発生する熱を冷却する冷却媒体たとえば絶縁油が満たされている。

【0004】回転陽極型X線管42を構成する真空外囲器43内に、電子ビームを発生する陰極44およびX線を放出する陽極ターゲット45、陽極ターゲット45を回転可能に支持する回転機構46などが配置されている。回転機構46は、陽極ターゲット45と連結した回転体47およびこの回転体47との間に動圧式すべり軸受が設けられた固定体48などから構成されている。

【0005】動圧式すべり軸受は、たとえば固定体48の表面にヘリボーンパターンのらせん溝を形成し、このらせん溝などの部分にガリウムまたはガリウム合金などの金属潤滑剤が供給される。また、真空外囲器43を囲んで回転磁界を発生するステータ49が配置されている。

【0006】ハウジング41の外部にクーラ装置50が設けられている。クーラ装置50は熱交換器やポンプユニットなどから構成され、ハウジング41とクーラ装置50間は、ハウジング41からクーラ装置50側に絶縁油を送り出す冷媒通路たとえば導出パイプP0、および、クーラ装置50からハウジング41側に絶縁油を送り込む冷媒通路たとえば導入パイプP1で連結されている。

【0007】この構成により、回転陽極型X線管42などが発生した熱を冷却した絶縁油がハウジング41から導出パイプP0を経てクーラ装置50に流れてくる。また、クーラ装置50で冷却された絶縁油がクーラ装置50から導入パイプP1を経てハウジング41に流れ、矢印Yで示すような絶縁油の循環路が形成される。

【0008】上記した構成において、動作状態に入る場合、ステータ49が発生する回転磁界で回転機構46の回転体47が回転し、陽極ターゲット45が回転する。この状態で、陰極44が発生した電子ビームが陰極44と陽極ターゲット45間の高電圧で加速され、陽極ターゲット45に衝突し、陽極ターゲット45からX線が放出する。X線は真空外囲器43に設けられた放射窓W1およびハウジング41に設けられた放射窓W2を通して外部に取り出される。

【0009】動作時、陽極ターゲット45およびステータ49、回転体47と固定体48間に形成された動圧式すべり軸受などから熱が発生する。これらの熱はハウジング41およびクーラ装置50間を循環する絶縁油に伝

わり冷却される。

【0010】ところで、動圧式すべり軸受は、回転時の騒音や振動が少なく、固定部分の接触がないため、磨耗が少なく長寿命という利点がある。しかし、回転時に発生するせん断エネルギーによって液体金属潤滑剤が発熱し、軸受部分の温度が上昇する。温度の上昇で、液体金属潤滑剤と軸受材料の拡散反応が促進し、安定した回転を維持できない場合がある。そのため、回転機構を構成する固定体の内部に絶縁油が流れる冷却用空間を設け、軸受部分を冷却する方法が採用されている。

【0011】ここで、軸受部分に冷却用空間を設けた従来の回転陽極型X線管装置について図5を参照して説明する。図5では、図4に対応する部分には同じ符号を付し、重複する説明を一部省略する。

【0012】固定体48の内部に軸方向に冷却用空間51が形成され、この冷却用空間51の中にパイプ52が軸方向に配置されている。パイプ52の図示下端52aは導入パイプPiに接続され、その図示上端52bは冷却用空間51の図示上端の底面近くまで伸びている。

【0013】上記した構成によれば、導入パイプPiから導入された絶縁油がパイプ51内を矢印Y1で示すように図示上方に向って流れ、その上端52bからパイプ51の外側に流れる。さらに、固定体48の内壁に沿って図示下方に流れ、矢印Y2で示すようにハウジング41内の空間へと流れる絶縁油の循環路が形成され、この循環路を流れる絶縁油によって軸受部分の熱が冷却される。

【0014】冷却用空間51からハウジング41内の空間に流れ出た絶縁油は、その後、ステータ49や真空外囲器43などの熱を冷却し、導出パイプPoからクーラ装置50へと循環する。

#### 【0015】

【発明が解決しようとする課題】従来の回転陽極型X線管装置は、軸受部分などで発生した熱を冷却するためには、陽極ターゲットを支持する回転機構の固定体内部に冷却用空間が設けられている。この場合、機械的強度などとの兼ね合いから冷却用空間の内径をあまり大きくできない。内径が小さいと、冷却用空間で圧力損失が発生し、装置全体を循環する冷却媒体の流量が低下する。また、冷却媒体の流量低下は、ステータや真空外囲器などの他の部分に対する冷却率を低下させる。

【0016】そこで、冷却率を高めるために、クーラ装置のポンプ能力を高くする方法がある。ポンプ能力を上げると、装置全体が大型化しコストが上昇する。また、軸受部分に対する冷却能力が必要以上に大きくなり、軸受面や液体金属潤滑剤を過度に冷却する場合がある。この場合、液体金属潤滑剤の粘性が高まり、必要とする陽極回転数における回転トルクが大きくなる。

【0017】本発明は、上記した欠点を解決し、ハウジング内を流れる冷却媒体の流量を低下させることなく、

軸受部分の発熱を効率よく冷却できる回転陽極型X線管装置を提供することを目的とする。

#### 【0018】

【課題を解決するための手段】本発明は、真空外囲器内に、陽極ターゲットが連結された回転体およびこの回転体との間に動圧式すべり軸受が設けられ、冷却媒体が通る冷却用空間が内部に形成された固定体を有する回転機構を収納した回転陽極型X線管と、この回転陽極型X線管を収納し内部に冷却媒体が満たされたハウジングと、このハウジングから送り出される前記冷却媒体を冷却するクーラ装置と、冷却した前記冷却媒体を前記クーラ装置から前記ハウジングに送り込む冷媒通路とを具備した回転陽極型X線管装置において、前記冷媒通路を通して前記クーラ装置から送り込まれる前記冷却媒体の流れを複数方向の流れに分岐し、かつ、分岐した1つの流れを前記固定体の前記冷却用空間に導く分岐部を設けたことを特徴としている。

#### 【0019】

【発明の実施の形態】本発明の実施形態について図1を参照して説明する。符号11はハウジングで、ハウジング11内に回転陽極型X線管12が収納されている。ハウジング11と回転陽極型X線管12の隙間には、冷却媒体としてたとえば絶縁油が満たされている。

【0020】ハウジング11とは別にクーラ装置13が設けられている。クーラ装置13は図示しない熱交換器やポンプユニットなどから構成され、ハウジング11とクーラ装置13間の図示上部は、回転陽極型X線管12の発熱を冷却した絶縁油が、矢印Y1で示すようにハウジング11からクーラ装置13に流れる冷媒通路、たとえば導出パイプPoで連結されている。ハウジング11とクーラ装置13間の図示下部は、クーラ装置13で冷却された絶縁油が、矢印Y2で示すようにクーラ装置13からハウジング11に流れる冷媒通路たとえば導入パイプPiで連結されている。

【0021】導入パイプPiはたとえばハウジング11の内部まで伸び、分岐部14に接続されている。分岐部14には、導入パイプPiを通して送り込まれた絶縁油を、たとえば90°方向の2方向に分岐する第1および第2のパイプ状分岐路14a、14bが設けられている。

【0022】ハウジング11に収納された回転陽極型X線管12は真空外囲器15などから構成され、真空外囲器15内には、電子ビームを発生する陰極16およびX線を放出する陽極ターゲット17、陽極ターゲット17を回転可能に支持する回転機構18などが配置されている。また、真空外囲器13の外側にステータ19が配置されている。ステータ19は電源20から供給される電流で回転磁界を発生する。

【0023】回転機構18は、たとえば陽極ターゲット17を支持シャフトなどを介して固定したほぼ筒状の回

転体21およびこの回転体21内に嵌合された固定体22などから構成されている。回転体21と固定体22間にには動圧式すべり軸受が設けられている。動圧式すべり軸受は、たとえば固定体22の表面にヘリボーンパターンのらせん溝が形成され、このらせん溝などの部分にガリウムまたはガリウム合金などの液体金属潤滑剤が供給される。

【0024】回転機構18を構成する固定体22の内部に、その軸方向に冷却用空間23が設けられ、この冷却用空間23の中にパイプ24が軸方向に配置されている。パイプ24の図示下端24aは分岐部14の第1分岐路14aと接続され、図示上端24bは冷却用空間23の図示上端の底面近くまで伸びている。また、第2分岐路14bに絶縁油の流量を調節する流量調節装置25が設けられている。

【0025】流量調節装置25は、第2分岐路14b内でたとえば上下しその開口面積を変化させる調整部25aおよび調整部24aと結合した回転軸部25b、回転軸部25bを囲むベローズ25c、ハウジング11外に位置する回転把手25dなどから構成されている。

【0026】たとえば回転把手25dを回転させると回転軸部25cが回転し、調整部25aが矢印Y3で示すように上下する。このとき第2分岐路14b内のたとえば開口面積が増減し、第2分岐路14b内に流れる絶縁油の流量が増減する。これに伴い、第1分岐路14aに流れる絶縁油の流量が、第2分岐路14b内の流量の増減と逆方向に増減する。

【0027】上記した構成によれば、導入パイプP1から導入した絶縁油は分岐部14で2分され、その一方はパイプ24内を矢印Y4で示すように図示上方に流れ、パイプ24の上端24bから冷却用空間23の上端面に衝突噴流で吹き付けられ、パイプ24の外側へと流れ。さらに、固定体22の内壁に沿って流れ、矢印Y5で示すようにハウジング11内の空間へ流れる。なお、分岐部14で2分された他方の絶縁油は第2分岐路14bを流れ、流量調節装置25を経て第2分岐路14bの端部開口からハウジング11内に直接流れ出る。

【0028】冷却用空間23を流れてハウジング11内に流れ出た絶縁油および第2分岐路14bからハウジング11内に直接流れ出た絶縁油は合流し、その後、矢印Y6で示すように流れ、ステータ19や真空外囲器15などの熱を冷却し、導出パイプP0を通ってクーラ装置13へと循環する。

【0029】ここで、固定体22部分を抜き出した構造について図2の拡大図を参照して説明する。図2では、図1に対応する部分には同じ符号を付し、重複する説明を一部省略する。固定体22の冷却用空間23に面する内壁にらせん状の溝31が形成され、さらに、固定体22の内壁に、金や金合金などで形成された腐食防止用の被覆層32が設けられている。

【0030】上記した構成において、動作状態に入る場合、ステータ19に電流が流れ、回転磁界が発生する。この回転磁界で回転機構18の回転体21が回転し、陽極ターゲット17が回転する。この状態で、陰極16が発生した電子ビームが陰極16と陽極ターゲット17間の高電圧で加速され、陽極ターゲット17に衝突し、陽極ターゲット17からX線が放出する。このX線は真空外囲器15に設けられた放射窓W1およびハウジング11に設けられた放射窓W2を通して外部に出力される。

【0031】動作時、軸受部分に発生する熱はたとえば固定体22内の冷却用空間23を流れる絶縁油によって冷却される。また、陽極ターゲット17およびステータ19で発生する熱は、回転陽極型X線管12を構成する真空外囲器13の外壁部分に沿ってハウジング11内を流れる絶縁油によって冷却される。

【0032】ここで、冷却媒体の流量を調整する流量調節装置25の機能について図3を参照して説明する。図3の横軸は分岐部14に設けられた第2分岐路14bの開口度で、起点0は第2分岐路14bの開口を完全に遮断した状態を示している。符号Pは冷却媒体の総流量、符号Qは第1分岐路14aに流れる流量すなわちパイプ24内の流量、符号Rは第2分岐路14bに流れる流量を示す。また、符号MはX線管全体を冷却するために必要とする流量を示し、符号Nは軸受部分の発熱を冷却するために必要とする流量を示している。

【0033】第2分岐路14bの開口度が0の場合、冷却媒体はすべて第1分岐路14aに流れ、パイプ24内に流れる流量が総流量となる。

【0034】流量調節装置25の調整によって第2分岐路14bの開口度が大きくなると、第2分岐路14bの流量が増え、第1分岐路14aの流量が減少する。この場合、分岐の割合は、必要とされる所定流量で第1分岐路側14aと第2分岐路14bの圧力損失がそれぞれつりあう点となり、第1分岐路14aおよび第2分岐路14bを合わせた流量が総流量となる。

【0035】ところで、X線管全体を冷却するに必要な冷却媒体の総流量は、クーラ装置の冷却能力や管球の定格などで決定される。また、軸受部分の発熱を冷却するために必要な冷却媒体の流量は、陽極ターゲットの回転数や軸受の形状、材質などで決定される。一般には、軸受部分の冷却に必要な流量の方がX線管全体の冷却に必要な流量よりも少なくなる。そして図5の場合、第2分岐路14bの開口度はたとえばAからBまでの範囲で設定される。

【0036】上記の範囲(AからB)で、使用される陽極回転数における軸受面の温度が、軸受表面と液体金属潤滑剤との反応速度が管球寿命に対し余裕がある値となるように、同時に、冷却のしすぎで回転トルクが増大しない値となるよう、冷却媒体の通路の構造や冷却媒体の物性を考慮し、実験や計算などで適正範囲が決定され

る。

【0037】なお、使用する陽極ターゲットの回転数が一定の場合、たとえば、X線管を組立てる段階などで、固定体内の冷却用空間に送られる冷却媒体が適正量となるように、予め、流量調節装置が調整される。陽極ターゲットの回転数が変化する場合は、X線管の全体流量と軸受部分の流量の関係データを予め測定し、陽極回転数の変化に合わせて流量調節装置が調整される。この場合、流量調節装置の調整部分たとえば回転把手がハウジングの外にあると、陽極ターゲットの回転数の変化に対し容易に対応できる。

【0038】また、流量調節装置として、分岐路の開口度を電気信号などで制御できる電動バルブなどを用い、たとえばステータ19(図1)に流れる電流を電流測定装置26で測定して陽極ターゲットの回転数を検出し、この陽極ターゲットの回転数で流量調節装置25を制御する構成にすることもできる。

【0039】上記した構成によれば、冷却媒体の流れをたとえば2つに分岐している。この場合、冷却媒体の2つの流れは圧力損失について並列構成になる。並列構成は、従来技術で説明した構成、たとえば冷却媒体をすべて固定体内の冷却用空間に通し、その後、ハウジング内に通す直列構成よりも全体の圧力損失が低下する。

【0040】そのため、冷却媒体の総流量を多くすることができ、X線管全体の発熱を確実に冷却できる。この方法は構造が簡単であるため、クーラ装置のポンプ能力を上げる方法に比べてコストが軽減する。また、分岐した冷却媒体の1つの流れを固定体22の冷却用空間23に導く構成であるため、軸受部分も確実に冷却できる。この場合、流量調節装置25を利用すれば、固定体22内の冷却用空間23に流れる冷却媒体の流量を調整でき、軸受部分の温度を適正な値に維持できる。

【0041】また、冷却用空間23を設けた固定体22の内壁にらせん状の溝31を形成している。この場合、固定体22の表面積が実質的に広がり、絶縁油の乱流効果もあるため、冷却率が向上する。

【0042】また、固定体22の内壁に被覆層32を形成している。この場合、冷却媒体として金属を腐食させやすい水を用いても、固定体22内部の腐食が防止され、長寿命化する。被覆層32は固定体22の冷却用空間23に面する壁面の全体に形成してもよく、パイプ24の上端24b開口から冷却媒体が吹き付けられる上端の底面部分33だけ、あるいは、底面部分33とこの近傍領域だけに設ける構成でもよい。

【0043】上記の実施形態では、冷却媒体の通路を2方向に分岐する場合で説明している。しかし、冷却が必要とされる箇所に応じて3方向以上に分岐することもできる。また、3方向以上の数に分岐する場合、1箇所で分岐する必要はなく、たとえば複数箇所で分岐する構成にすることもできる。

【0044】また、上記の実施形態では、冷却媒体をハウジング内に直接導く分岐路に流量調節装置を設けている。流量調節装置は冷却媒体を軸受部分に導く分岐路に設けることもできる。しかし、ハウジング内に直接導く分岐路に設けた方が周囲の空間に余裕があるため、製造が容易になる。

【0045】

【発明の効果】本発明によれば、ハウジング内を流れる冷却媒体の流量を低下させることなく、軸受部分の発熱を効率よく冷却できる回転陽極型X線管装置を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態を説明するための概略の断面図である。

【図2】本発明の固定体内に設けられた冷却用空間部分を説明するための概略の断面図である。

【図3】本発明の固定体内の冷却用空間部分に流れる冷却媒体の調整方法を説明するための特性図である。

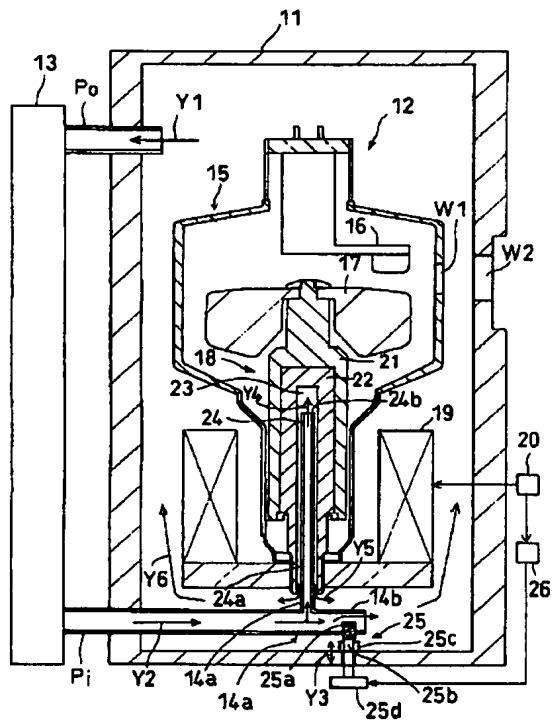
【図4】従来例を説明するための概略の断面図である。

【図5】従来例の固定体内に設けられた冷却用空間部分を説明するための概略の断面図である。

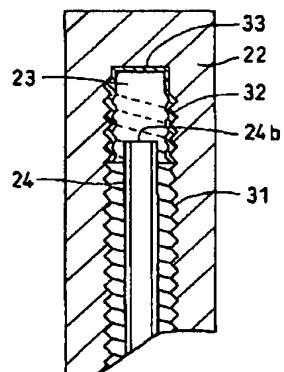
【符号の説明】

- 1 1…ハウジング
- 1 2…回転陽極型X線管
- 1 3…クーラ装置
- 1 4…分岐部
- 1 5…真空外囲器
- 1 6…陰極
- 1 7…陽極ターゲット
- 1 8…回転機構
- 1 9…ステータ
- 2 0…電源
- 2 1…回転体
- 2 2…固定体
- 2 3…冷却用空間
- 2 4…パイプ
- 2 5…流量調整装置

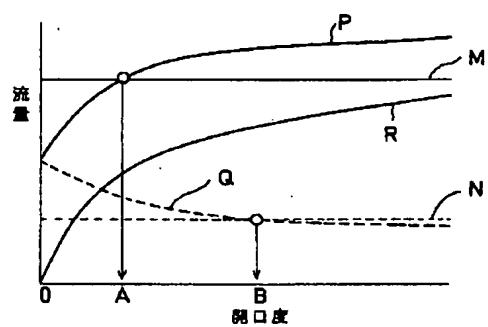
【図1】



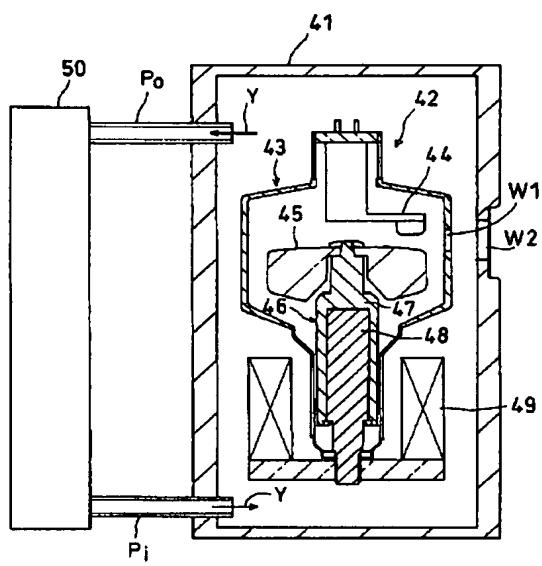
【図2】



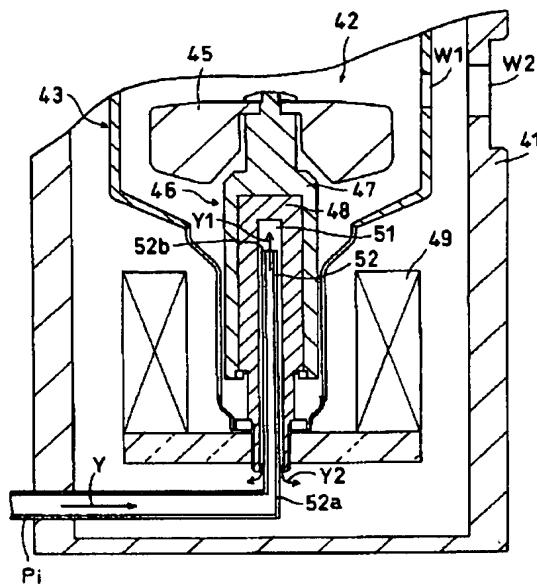
【図3】



【图4】



【図5】



---

フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7  
G 21 K 5/08  
H 01 J 35/00  
H 05 G 1/02

識別記号

F I  
G 21 K 5/08  
H 01 J 35/00  
H 05 G 1/02

テーマコード (参考)  
C  
A  
P